

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# METHOD FOR CONTROLLING FLUIDITY OF MOLTEN STEEL

Patent number: JP5154623  
 Publication date: 1993-06-22  
 Inventor: YAMAMURA HIDEAKI others 01  
 Applicant: NIPPON STEEL CORP  
 Classification:  
 International: B22D1/16  
 European:  
 Application number: JP19910347700 19911204  
 Priority number(s):

## Abstract of JP5154623

**PURPOSE:** To obtain a method for controlling the fluidity of molten steel in a mold, reducing the defect and securing the quality of a cast slab by securing flow speed of the molten steel in a continuous casting process of the steel.

**CONSTITUTION:** Three phase coils 2 for electromagnetic stirring are arranged to the continuous casting mold 1 and DC current periodically varying current value is conducted in each phase and the phase of variation of current value in each phase is shifted by 120 deg. angle, and while flowing the molten steel 5 by the shifting magnetic field with the AC component, and by restraining the fluidity of the molten steel with the DC component, the fluidity of the molten steel in the mold is controlled. The flow speed at the center part of the mold in the meniscus is reduced and the suitable flow speed on the interface of solidification is secured, and the capture of inclusions and the invasion of inclusions into the deep part in the mold are prevented.

2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-154623

(43) 公開日 平成5年(1993)6月22日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

B 2 2 D 11/10

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

L 7362-4E

3 5 0 B 7362-4E

審査請求 未請求 請求項の数1(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平3-347700

(22) 出願日 平成3年(1991)12月4日

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 山村 英明

愛知県東海市東海町5-3 新日本製鐵株式会社名古屋製鐵所内

(72) 発明者 水上 義正

愛知県東海市東海町5-3 新日本製鐵株式会社名古屋製鐵所内

(74) 代理人 弁理士 秋沢 政光 (外1名)

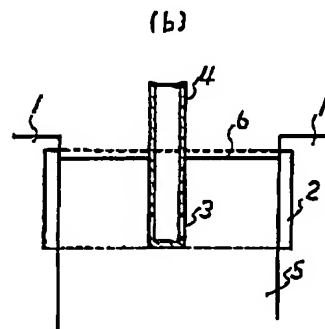
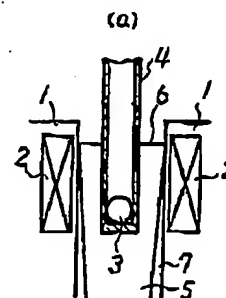
(54) 【発明の名称】 鋳型内溶鋼流動制御方法

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、鋼の連続鋳造プロセスにおいて、溶鋼の流速を確保して欠陥を低減し鋳片の品質を確保する鋳型内溶鋼流動制御方法を提供する。

【構成】 連続鋳造鋳型1に3相の電磁攪拌用コイル2を設置し、各相に周期的に電流値が変化する直流電流を流し、各相の電流値変化の位相を120度づつずらし、その交流成分による移動磁界によって溶鋼5を流動させつつ、また直流成分によって溶鋼の流動を抑制させて溶鋼の流動を制御する鋳型内溶鋼流動制御方法である。

【効果】 メニスカスの鋳型中央部の流速の低減と、また凝固界面に適切な流速を確保し、介在物の捕捉と鋳型深部への介在物の侵入を防止し、鋳片の表面および内部欠陥を低減する。



(2)

特開平5-154623

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 連続鋳造鋳型に3相の電磁攪拌用コイルを設置し、各相に周期的に電流値が変化する直流電流を流すとともに各相の電流値変化の位相を120度づつずらし、該電流の交流成分による移動磁界によって溶鋼を流動させつつ、また直流成分によって溶鋼の流動を抑止させて溶鋼の流動を制御することを特徴とする鋳型内溶鋼流動制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、鋼の連続鋳造プロセスにおける鋳型内溶鋼流動制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 連続鋳造において鋳型内溶鋼流動を制御する方法としては、例えば特開平2-37946号公報に開示された、連続鋳造の鋳型内のメニスカス部に低周波移動磁界を作用させ、鋳型内溶鋼に流れを与えることにより初期凝固シェルへの介在物の捕捉を防止する技術がある。

【0003】 また特開平2-284750号公報の、ノズルから吐出する溶鋼の流速を減衰させ、モールドパウダーの巻き込みの防止や鋳型内部への介在物侵入を防止する電磁ブレーキが提案されており、また特開昭61-193755号公報にて、メニスカスの流速を適切にするために上部に静磁場、下部に移動磁場を組み合わせたことも試みられている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 初期凝固シェルへの介在物の捕捉を防止するためには、凝固界面での流速を確保する必要がある。上記特開平2-37946号公報に示されているような従来の電磁攪拌では、凝固界面付近のみに流れを与えることは不可能であり、凝固界面の流速を速くしようすると中央側の流速も速くなる。従って、介在物の捕捉防止効果を十分確保しようとして凝固界面の流速を上げ過ぎると、中央側の部分の流速も大きくなってパウダーの巻き込みがおこる。

【0005】 また浸漬ノズルから吐出した流れは、鋳型短辺で衝突し上昇流となり、メニスカス部での流れを生成する。この流れが大きくなって起こるパウダーの巻き込みを防止するために、上記特開平2-284750号公報に示されるように、電磁ブレーキの磁場を強くし過ぎると、流速が低減し過ぎて介在物の洗い流しが起こらず、介在物や気泡が捕捉され易くなる。

【0006】 この欠点を解決するには、例えば特開昭61-193755号公報に示されているように、電磁ブレーキと電磁攪拌を同時に印加する必要があるが、これを同じ鋳型に組み込むことは鋳型重量の増加やコストが高くなるために実用上困難であり、上述したような電磁攪拌流によるパウダーの巻き込みを防止することはできない。

2

【0007】 本発明は上記課題に鑑みなされたもので、適当な溶鋼の流速を確保して欠陥を低減し、鋳片の品質を確保する鋳型内溶鋼流動制御方法を提供する。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明は、連続鋳造鋳型に3相の電磁攪拌用コイルを設置し、各相に周期的に電流値が変化する直流電流を流すとともに各相の電流値変化の位相を120度づつずらし、該電流の交流成分による移動磁界によって溶鋼を流動させつつ、また直流成分によって溶鋼の流動を抑止させて溶鋼の流動を制御することを特徴とする鋳型内溶鋼流動制御方法である。

【0009】

【作用】 鋳片の表面欠陥、内部欠陥ともに低減するためには、初期凝固シェルへの介在物の捕捉を防止するとともに、パウダーの巻き込みや鋳型深部への介在物の侵入を防止しなければならない。

【0010】 介在物の捕捉を防止するには、まず凝固界面での流速を確保し、かつパウダーの巻き込みを防止するには中央側の流速を抑制する必要がある、さらに介在物の鋳型深部への侵入を防止するには、浸漬ノズルからの吐出流も減衰させることが必要である。

【0011】 図1に本発明を実施するに好適な連続鋳造鋳型と磁場印加位置の一例を示し、(a)は鋳型の短辺側から見た縦断面図、(b)は鋳型長辺側から見た側断面図であり、それぞれの機器の配置を示す。

【0012】 図において1は鋳型、2は鋳型長辺側に配置された3相のリニアモータ型電磁攪拌用コイル、3は浸漬ノズル4の吐出孔、5は溶鋼、6はメニスカス、7は凝固シェルを示す。

【0013】 このように連続鋳造の鋳型1に設置した電磁攪拌用のコイル2の各相に、図2に示すU、V、Wのような周期的に電流値が変化する直流電流を流し、その変化の位相を120度づつずらせることによって電磁ブレーキと電磁攪拌の効果を同時に発揮することができる。なお図中8は鉄芯、9は巻線を示す。

【0014】 周期的に変化する直流電流は、図3に示すように直流電流aと交流電流cを重ねさせた電流bであり、その効果は両者を独立に作用させたものを重ね合わせた効果となる。すなわち位相を120度づつずらした周期的な電流の変化は、交流磁場による電磁攪拌と同様な流動を生じさせる効果を与え、直流電流は直流磁場による電磁ブレーキと同様な溶鋼流動を制動する効果を与える。

【0015】 両者を同位置に作用させることで、凝固界面近傍でのみ流動を与え、中央部では溶鋼5の流動を抑制することが可能となる。すなわち交流磁場は、表皮効果により鋳片表面近傍で強く作用するので、本来凝固界面で強く流速を与えることになるが、従来の電磁攪拌では交流磁場による表面の流動に引きずられて、内側の溶鋼が動くために中央部でも流動が生じることになる。

(3)

特開平5-154623

3

【0016】一方静磁場は内部まで浸透するので、同じ位置に静磁場を作用させることで電磁ブレーキの効果が働き、電磁攪拌によって生じた中央部の流速や浸漬ノズル吐出流よりのメカニカスでの流れを抑制することが可能である。この結果、凝固界面での流速を確保しつつ鋳型中央部の流速を低減することが可能となる。この際電流変化の周波数を高くした方が、表面近傍のみの攪拌に有効である。

【0017】電磁攪拌の効果と電磁ブレーキの効果の割合を変化させるのは、電流変化の振幅と電流の平均値を10 変化させることで行える。すなわち振幅を大きくすると電磁攪拌の効果が大きくなり、平均値を大きくすると電磁ブレーキの効果が大きくなる。

【0018】各相の位相を120度ずつずらして周期的に電流値が変化する直流電流を簡易に得るには、直流電流に3相交流電流を重ね合わせればよい。この重ね合わせる電流の電流値を変化させることで電磁攪拌の効果と電磁ブレーキの効果を変化させることができる。また位相を120度ずつずらして、周期的に電流値が変化する20 直流電流はインバータ電源を使って直接生じさせてもよい。

【0019】

【実施例】実施例として、図1に示した連続鋳造の鋳型1にリニアモーター型の電磁攪拌用コイル2を設置し、低炭素アルミキルド鋼の溶鋼5を鋳造速度1.8m/min、逆Y型2孔吐出孔3の径70mmで、吐出角が下向き30度の浸漬ノズル4で幅1500mm、厚み245mmの鋳片を鋳造した。

【0020】コイル2へ流す電流は、直流電流に20H

4

zの3相交流電流を重ね合せてコイルへ供給した。このようにして位相が120°ずれ、電流変化の周期が20Hzの直流電流をコイル2へ流した。

【0021】表1に比較例の結果を併せて示すが、電流変化の振幅を大きくすることで、表面欠陥が減少し、また電流の平均値を大きくすることで内部欠陥がともに減少した。

【0022】なお欠陥発生率は実施例、比較例ともに鋳造したスラブを熱間圧延-冷間圧延して厚み1.0mm×巾1500mmの冷間圧延コイルとし、磁粉探傷検査及び目視検査した結果である。

【0023】比較例として、図4に示す連続鋳造の鋳型1の上部に電磁攪拌コイル10を設置し、また下部に電磁ブレーキコイル11を設置し、低炭素アルミキルド鋼の溶鋼5を鋳造速度1.8m/min、逆Y型2孔吐出孔3の径70mmで、吐出角が下向き30度の浸漬ノズル4で幅1500mm、厚み245mmの鋳片を鋳造した。

【0024】実施例と同一条件で圧延して得た冷延コイルの成績を、同じく表1に示す。このときの周波数は10Hzとした。

【0025】ここで電磁攪拌を強くすると表面欠陥は低減するが、パウダー巻き込みによる内部欠陥の増加が認められ、電磁ブレーキを強くしても完全には改善されない。また鋳型振動装置の負荷が高くなり、操業上長時間にわたっての鋳造はできなかった。

【0026】

【表1】

(4)

特開平5-154623

5

6

区 分	実 施 例						比 較 例				
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5
電流平均値 (A)	300	700	1200	700	700	1200	—	—	—	—	—
電流変化振幅 (A)	150	600	600	150	600	1000	—	—	—	—	—
静電場強度 (ガウス)	1000	2000	3000	2000	2000	3000	0	1000	1000	1000	3000
凝固界面での 標拌流速 (m/min)	20	50	50	20	50	80	0	20	50	80	80
表面欠陥発生率*	0.7	0.4	0.5	0.7	0.4	0.1	1.0	0.8	0.4	0.1	0.1
内部欠陥発生率*	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	1.0	0.4	0.5	0.7	0.6

ただし\*は、比較例1の発生率を1.0とした場合の値である。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、3相の電磁撹拌用コイルのみを用い、該コイルの各相に周期的に電流値が変化する直流電流を流し、交流成分による移動磁界によって溶鋼を流動させつつ、また直流成分によって溶鋼の流動を抑止させて溶鋼の流動を制御するようにしたので、電磁ブレーキ用コイルを設置することなくメニスカスの鋳型中央部の流速を低減するとともに凝固界面に適当な流速を確保し、凝固シエルの介在物の捕捉と鋳型深部への介在物の侵入を防止するとともに、鋳片の表面欠陥、内部欠陥を低減することができる。

【0028】また印加する電流を変化させ、定常の鋳造時と同様の流動を実現させることにより、鋼交換時等に

における鋳造速度の変化による品質の低下も防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を実施するに好適な連続鋳造鋳型と磁場印加位置を示し、(a)は縦断面図、(b)は側断面図、である。

【図2】3相電磁撹拌用コイルに流す各相の電流波形(a)と、コイル巻芯(b)の一例を示す図面である。

【図3】本発明における直流と交流を重畳させる例を示す説明図である。

【図4】比較例における連続鋳造鋳型と磁場印加位置を示し、(a)は縦断面図、(b)は側断面図、である。

【符号の説明】

- 1 鋳型  
2 電磁撹拌用コイル

(5)

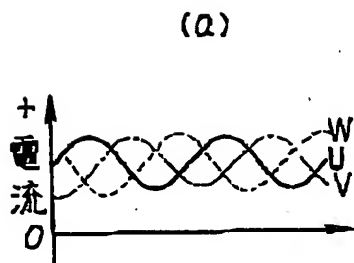
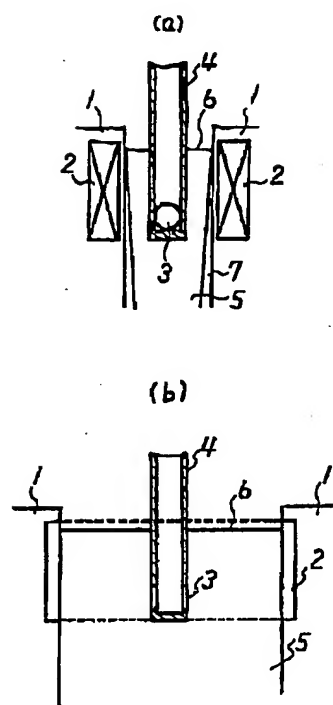
特開平5-154623

- 3 吐出孔  
4 浸漬ノズル  
5 溶鋼  
6 メニスカス  
7 凝固シエル  
8 鉄芯

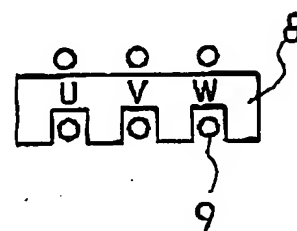
- 9 巻線  
10 電磁撹拌コイル  
11 電磁ブレーキコイル  
U, V, W 周期的に変化する直流電流  
a, b, c 電流の波形

【図1】

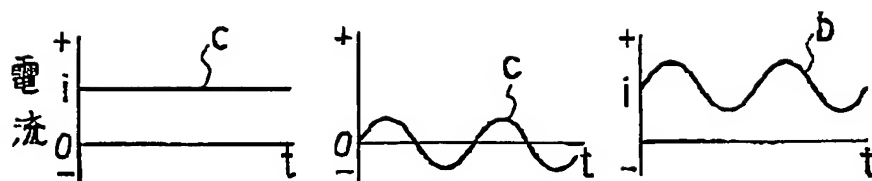
【図2】



(b)



【図3】



(6)

特開平5-154623

【図4】

